

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
LIBRIZZI

Serial No. **NOT YET ASSIGNED**

Filing Date: **HEREWITH**

For: **A PWM CONTROL CIRCUIT FOR
THE POST-ADJUSTMENT OF
MULTI-OUTPUT SWITCHING
POWER SUPPLIES**

I HEREBY CERTIFY THIS PAPER OR FEE IS
BEING DEPOSITED WITH THE U.S. POSTAL
SERVICE "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO
ADDRESSEE" SERVICE UNDER 37 CFR 1.10 ON
THE DATE INDICATED BELOW AND IS
ADDRESSED TO: MAIL STOP PATENT
APPLICATIONS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA,
VA 22313-1450.

EXPRESS MAIL NO: EV 322684512 US

DATE OF DEPOSIT: June 20, 2003

NAME: Justin Goree

SIGNATURE: Justin Goree

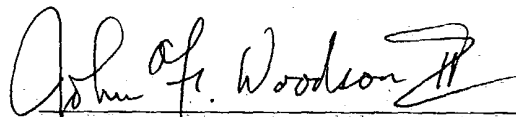
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of the
priority Italian Application No. TO2002A000545.

Respectfully submitted,



JOHN F. WOODSON, II

Reg. No. 45,236

Allen, Dyer, Doppelt, Milbrath
& Gilchrist, P.A.

255 S. Orange Avenue, Suite 1401

Post Office Box 3791

Orlando, Florida 32802

Telephone: 407/841-2330

Fax: 407/841-2343

Attorney for Applicant



Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. **TO 2002 A 000545**



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Roma, li

27 MAG. 2003

IL DIRIGENTE
Ing. DI CARLO

Roberto Cristiani

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

MODULO A

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione STMICROELECTRONICS S.R.L.Residenza AGRATE BRIANZA

MI

codice

2) Denominazione

Residenza

codice

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome ANGELO GERBINO

ed altri

cod. fiscale

(Isct. No. 488BM)

denominazione studio di appartenenza

Jacobacci & Partners S.p.A.via Corso Regio Parco

n.

27città TORINO

cap

10152

(prov)

TO

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via

n.

città

cap

(prov)

D. TITOLO

classe proposta (saz/cl/scl)

gruppo/sottogruppo

CIRCUITO DI CONTROLLO IN MODALITÀ PWM PER LA POST-REGOLAZIONE DI ALIMENTATORI A COMMUTAZIONE A MOLTE USCITEANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA

N° PROTOCOLLO

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) LIBRIZZI FABRIZIO

3)

2)

4)

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato
S/R

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

1)

2)

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) ☒ PROV n. pag. 23 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)

Doc. 2) ☒ PROV n. tav. 06 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)

Doc. 3) ☒ RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale

Doc. 4) ☒ RIS designazione inventore

Doc. 5) ☒ RIS documenti di priorità con traduzione in italiano

Doc. 6) ☒ RIS autorizzazione o atto di cessione

Doc. 7) ☒ nominativo completo del richiedente

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

confronta singole priorità

8) attestati di versamento, totale lire DUECENTONOVANTUNO/80COMPILATO IL 21/06/2002 FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

ANGELO GERBINO

(Isct. No. 488BM)

obbligatorio

CONTINUA SINO NODEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SINO SI

Jacobacci & Partners S.p.A.

C.C.I.A.A. DI TORINO

codice

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

10 2002 A 000545

L'anno millenovecento

Due miladue

il giorno

ventuno

del mese di

GiugnoIl (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

IL DEPOSITANTE

timbro C.C.I.A.A.

Silvana BUSSO

CATEGORIA D

L'UFFICIALE ROGANTE

P. Basso Basso

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA **2002 A000545** REG. A

NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO 21/06/2002

DATA DI RILASCIO

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione STMICROELECTRONICS S.R.L.

Residenza AGRATE BRIANZA MI

D. TITOLO

CIRCUITO DI CONTROLLO IN MODALITA' PWM PER LA POST-REGOLAZIONE DI ALIMENTATORI A COMMUTAZIONE A MOLTE USCITE

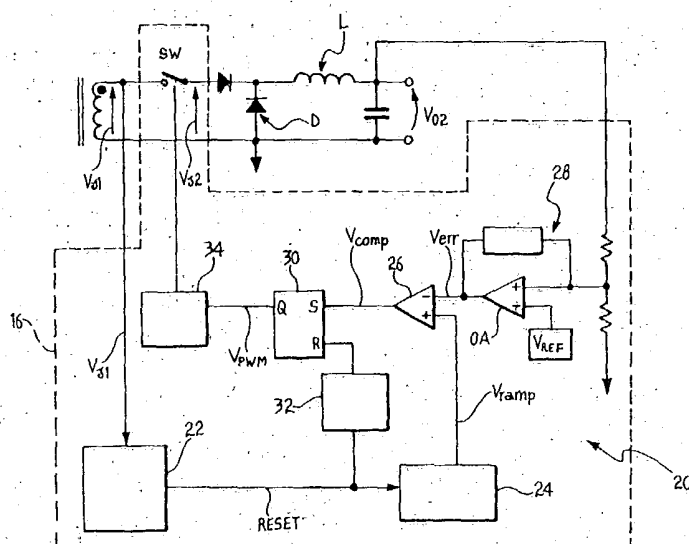
Classe proposta (sez./cl./scl)

(gruppo/sottogruppo)

L. RIASSUNTO

Negli alimentatori a commutazione a molte uscite un circuito regolatore PWM (16) è disposto in cascata a monte di ciascuna uscita per ricevere in ingresso un segnale di tensione ad onda quadra (V_{s1}) con dutycycle predeterminato e comprende un dispositivo commutatore ausiliario (SW) atto a modulare il dutycycle di tale segnale d'ingresso (V_{s1}) così da fornire in uscita una tensione regolata continua (V_{o2}). È descritto un circuito di controllo (20) per un circuito regolatore PWM (16), includente un circuito rivelatore (22) dei fronti di discesa del segnale di tensione (V_{s1}) in ingresso al circuito regolatore (16), atto ad emettere un impulso (RESET) in corrispondenza di ciascuno di tali fronti, ed un generatore (24) di un segnale a rampa (V_{ramp}) controllato da tali impulsi (RESET) ed accoppiato all'ingresso non invertente di un comparatore (26), al cui ingresso invertente è ricevuto un segnale (V_{err}) indicativo dell'errore della tensione d'uscita (V_{o2}) del regolatore. Il circuito comparatore (26) in funzione dell'esito del confronto tra il segnale a rampa (V_{ramp}) ed il segnale di errore (V_{err}) emette un segnale a larghezza d'impulso modulata (V_{comp}) per il pilotaggio del dispositivo commutatore ausiliario (SW) del circuito regolatore (16). Il segnale a rampa viene azzerato al ricevimento di un impulso di ripristino (RESET) ed innescato in corrispondenza dei fronti di salita del segnale di tensione (V_{s1}) in ingresso al circuito regolatore (16), ed il dutycycle del segnale di pilotaggio (VPWM) del dispositivo commutatore ausiliario (SW) è minore o uguale al dutycycle del segnale (V_{s1}) in ingresso al circuito regolatore (16), con modulazione nel tempo del fronte di salita e coincidenza dei fronti di discesa. (Figura 5)

M. DISEGNO



DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Circuito di controllo in modalità PWM per la post-regolazione di alimentatori a commutazione a molte uscite"

di: STMicroelectronics s.r.l., nazionalità italiana, via C. Olivetti 2, 20041 Agrate Brianza (MI)

Inventore designato: Fabrizio LIBRIZZI

Depositata il: 21 giugno 2002

* * *

10 2002 A 000545

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda i circuiti alimentatori a commutazione con una pluralità di uscite, ciascuna provvista di un rispettivo regolatore PWM in cascata, e più specificamente si riferisce ad un circuito di controllo di tale regolatore.

Un gran numero di dispositivi elettronici richiede due o più tensioni di alimentazione isolate, stabili e regolate con precisione. Ad esempio, i microprocessori richiedono una tensione di alimentazione precisa di 3,3V o anche minore insieme alla tradizionale tensione di alimentazione di 5V. Tali dispositivi raggiungono dimensioni sempre più ridotte, necessitando di elevate densità di potenza ed elevata efficienza di funzionamento.

JACOBACCI & PARTNERS SpA

La tendenza a ridurre le dimensioni dei componenti, combinata con la tendenza ad aumentare il numero di tensioni di alimentazione precise a disposizione - e quindi ad aumentarne la precisione relativa - determina non poche difficoltà nello scegliere le soluzioni circuitali più adatte allo scopo, rispettando criteri di basso costo, elevata efficienza di conversione dell'energia e semplicità di realizzazione.

Una configurazione tipica di alimentatore a commutazione è mostrata in figura 1, in cui un circuito primario 10, includente almeno un commutatore comandato da un segnale ad onda quadra a larghezza d'impulso modulata, è accoppiato ad una pluralità di carichi LD_1 , LD_2 , LD_3 attraverso rispettivi circuiti secondari 12, ad esempio del tipo buck converter secondo una soluzione ben nota ai tecnici del settore.

L'uscita di alimentazione principale verso il carico LD_1 è regolata attraverso un percorso di retroazione al primario 10, comprendente un circuito di controllo PWM 14 per la modulazione della larghezza d'impulso a frequenza fissa del segnale di controllo del commutatore.

Il circuito di controllo 14 regola la tensione

d'uscita V_{01} opponendosi a variazioni del carico LD_1 o della tensione d'ingresso V_{in} .

Una variazione della tensione d'ingresso è rimediata dall'azione della regolazione PWM su tutte le uscite. Al contrario, una variazione del carico LD_2 , LD_3 che provochi alterazioni delle tensioni d'uscita V_{02} e V_{03} non può essere tenuta in conto dal circuito di controllo PWM 14 poiché le due uscite sono in configurazione ad anello aperto.

Allo scopo di regolare anche le tensioni d'uscita V_{02} e V_{03} al variare del carico è disposto per ciascuna di esse un circuito regolatore 16 in cascata.

Soluzioni note per realizzare circuiti regolatori in cascata contemplano regolatori lineari, convertitori DC/DC in cascata, amplificatori magnetici.

Il regolatore lineare è una soluzione semplice, economica e facile da progettare. L'inconveniente maggiore che presenta è la ridotta efficienza e per questa ragione è impiegato esclusivamente in applicazioni a correnti ridotte, per le quali è considerato comunque la soluzione migliore.

I convertitori DC/DC disposti in cascata all'uscita presentano vantaggi nelle prestazioni in

termini di efficienza, di regolazione della tensione e di corrente ammissibile. Tuttavia, sono svantaggiosi dal punto di vista dei costi, poiché un convertitore DC/DC richiede l'utilizzo di commutatori di potenza, induttori, condensatori e circuiti di controllo. Inoltre, l'introduzione di un tale convertitore genera un rumore aggiunto e determina un'ondulazione sulla corrente d'uscita a cui si deve rimediare con filtri oppure sincronizzando il regolatore con il circuito di controllo PWM principale.

Gli amplificatori magnetici possono essere descritti come regolatori in cascata con interruttore a ritardo programmabile e sono la soluzione più comune per regolatori in cascata a media ed alta potenza. Il componente principale di questo tipo di regolatore è un componente reattivo saturabile che agisce come interruttore magnetico, presentando elevata impedenza in interdizione e bassa impedenza in saturazione.

L'amplificatore magnetico permette di realizzare un'ottima funzione di controllo e regolazione con un circuito semplice e prestazioni sicure con grandi carichi, ma, al contrario, con carico ridotto o in assenza di carico la regolazione è meno ef-



JACOBACCI & PARTNERS S.p.A.

ficiente. Ulteriori inconvenienti sono la limitazione nella frequenza di commutazione e le dimensioni del circuito.

Una soluzione valida in una ampia gamma di potenze per alimentatori a commutazione a molte uscite, ed in particolare in applicazioni a media o elevata potenza, è il regolatore in cascata a modulazione di larghezza d'impulso (PWM). Esso comprende un dispositivo commutatore ausiliario (in genere, ma non esclusivamente un transistor MOSFET di potenza) controllato attraverso un segnale PWM generato da un circuito di controllo sincronizzato con il circuito di controllo PWM principale 14.

Il regolatore lavora preferibilmente con modulazione temporale del fronte di salita del segnale PWM di controllo, impiegando il commutatore ausiliario per bloccare la propagazione all'uscita dell'alimentatore del segnale di tensione che si stabilisce al secondario.

Il circuito di controllo del regolatore in cascata assicura la sincronizzazione dei periodi di conduzione del commutatore del circuito principale e del commutatore ausiliario sui fronti di discesa dei rispettivi segnali ad onda quadra di controllo.

I vantaggi di questa soluzione rispetto alle

soluzioni basate sull'amplificatore magnetico sono il minor costo, il minor ingombro, la maggiore affidabilità e le migliori prestazioni. I circuiti necessari per il controllo del commutatore possono essere complicati, ma la loro integrazione in un unico microcircuito integrato rende questo aspetto trascurabile.

Il funzionamento di un circuito di controllo per regolatore PWM in cascata è simile a quello di un convertitore-riduttore di tensione (buck converter). Esso controlla un dispositivo commutatore atto a bloccare per un certo intervallo di tempo una tensione di ingresso, determinando all'uscita un dutycycle minore di quello presente all'ingresso. Di conseguenza, il valore di tensione all'uscita dipende dall'anello di retroazione del circuito di controllo che comanda in conduzione o in interdizione il commutatore.

Circuiti regolatori PWM in cascata sono ad esempio descritti nei brevetti statunitensi US 6 130 828 e US 6 222 747.

Il brevetto US 6 130 828 a nome Lucent Technologies riguarda un convertitore a più uscite con regolazione auto-sincronizzata a larghezza d'impulso modulata. Il segnale di controllo PWM del commu-

tatore ausiliario associato al regolatore è generato controllando direttamente un circuito di pilotaggio con isteresi d'ingresso per mezzo di un segnale a rampa. Tale segnale è generato da un circuito integratore disposto a valle di un circuito amplificatore dell'errore di tensione presente all'uscita regolata, e la sua ampiezza dipende quindi dall'errore di tensione in uscita che il regolatore deve recuperare.

Il brevetto US 6 222 747 a nome Artesyn Technologies riguarda un circuito di controllo per regolazione in cascata in un alimentatore a commutazione con più uscite. E' descritto un circuito comprendente un generatore di impulsi sincroni predisposto per rilevare il fronte di discesa della tensione che si stabilisce all'avvolgimento secondario del trasformatore. Un generatore di segnale a rampa è controllato dagli impulsi emessi dal generatore di impulsi ed è accoppiato all'ingresso non invertente di un comparatore, al cui ingresso invertente è ricevuto un segnale indicativo dell'errore della tensione d'uscita, emesso da un circuito amplificatore d'errore atto a confrontare la tensione all'uscita del regolatore con una prefissata tensione di riferimento interna.

Il segnale a rampa viene ripristinato ed innescato nello stesso istante temporale, in corrispondenza del fronte di discesa della tensione all'avvolgimento secondario del trasformatore, ed il duty cycle teorico che può essere raggiunto nel comando del dispositivo commutatore ausiliario è del 100%, ossia è prevista una condizione operativa in cui il dispositivo commutatore è sempre in conduzione.

La presente invenzione si prefigge lo scopo di fornire una soluzione alternativa a quelle note, la cui realizzazione circuitale sia più semplice ed economica. Secondo la presente invenzione tale scopo viene raggiunto grazie ad un circuito di controllo per un circuito regolatore PWM avente le caratteristiche richiamate nella rivendicazione 1.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione verranno più dettagliatamente esposti nella descrizione particolareggiata seguente di una sua forma di attuazione, data a titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la figura 1, già discussa, è una raffigurazione circuitale schematica di un generale alimentatore regolato a più uscite;



JACOBACCI & PARTNERS SpA

la figura 2 è una raffigurazione circuitale schematica di una porzione dell'alimentatore di figura 1 provvisto di un regolatore in cascata del tipo a larghezza d'impulso modulata;

le figure 3 e 4 mostrano due serie di forme d'onda indicative dell'andamento temporale di alcune grandezze elettriche del circuito regolatore di figura 2, in due distinte modalità operative;

la figura 5 è uno schema circuitale di un circuito regolatore in cui è evidenziato nei particolari il circuito di controllo secondo l'invenzione;
e

la figura 6 mostra una serie di forme d'onda indicative dell'andamento temporale di alcune grandezze elettriche del circuito di controllo illustrato in figura 5.

Un alimentatore a commutazione a più uscite provvisto di circuiti regolatori in cascata è stato descritto con riferimento alla figura 1, e ad esso si farà riferimento nel seguito.

Con riferimento alla figura 2, è mostrato in dettaglio un regolatore PWM in cascata per alimentatori a più uscite. Con V_{s1} è indicato il segnale di tensione che si stabilisce al secondario del trasformatore dell'alimentatore, con SW il disposi-

tivo commutatore ausiliario del regolatore e con V_{s2} il segnale di tensione a valle del commutatore.

Quando il commutatore SW è comandato in interdizione, esso blocca la propagazione del segnale di tensione V_{s1} presente al secondario del trasformatore verso il filtro LC di uscita. Quando il commutatore SW è comandato in conduzione, la tensione V_{s1} si stabilisce pressoché invariata ai capi del diodo D.

Il segnale di tensione V_d ai capi del diodo D è dunque una forma d'onda a larghezza d'impulso modulata atta a determinare - attraverso il filtro LC - un'uscita a corrente continua. La larghezza d'impulso di V_d è controllata dal dutycycle del commutatore principale M1. al primario e dal funzionamento del commutatore ausiliario SW.

L'uscita principale V_{o1} è regolata dal circuito di controllo PWM 14, mentre l'uscita V_{o2} è regolata attraverso il funzionamento di un circuito di controllo in retroazione 20.

La figura 3 mostra le forme d'onda dei segnali V_{s1} , V_{s2} , V_d del regolatore PWM (da cui è ricavabile lo stato dell'associato commutatore SW) e della corrente che percorre l'induttore L in un modo di funzionamento a conduzione continua.

Con t_{on1} e t_{off} sono indicati gli intervalli di conduzione ed interdizione, rispettivamente, del commutatore primario $M1$, e T_s è il periodo di commutazione. Con t_b è indicato l'intervallo durante il quale il commutatore ausiliario SW è in interdizione. L'intervallo di tempo in cui il commutatore ausiliario SW è in conduzione ed avviene il trasferimento di potenza tra ingresso ed uscita è t_{on2} .

La tensione positiva V_d determina l'aumento della corrente di induttore I_L , mentre l'assenza di tensione determina la scarica dell'induttore. Nell'intervallo $t_{off} + t_b$ il commutatore ausiliario SW è dunque in interdizione.

Il modo di funzionamento con induttore a conduzione discontinua, per cui tutte le considerazioni già svolte risultano ancora valide, è mostrato in figura 4. Trascurando gli elementi parassiti, una tensione positiva uguale a V_{02} appare come tensione V_d nell'intervallo di tempo t_d in cui la corrente di induttore è nulla.

Con riferimento alla figura 5, il circuito di controllo 20 secondo l'invenzione comprende un circuito rivelatore 22 del fronte di discesa del segnale di tensione ad onda quadra V_{s1} che si presenta ai capi dell'avvolgimento secondario del tra-

sformatore.

Un circuito generatore di segnale a rampa 24 è accoppiato all'uscita del circuito rivelatore 22 ed è collegato, attraverso la propria uscita, all'ingresso non invertente di un comparatore 26, il cui ingresso invertente riceve un segnale da un circuito amplificatore d'errore 28 accoppiato all'uscita dell'alimentatore.

Nel dettaglio, il circuito amplificatore d'errore 28 è realizzato utilizzando un amplificatore operazionale OA in una configurazione non invertente, in cui la tensione d'uscita V_{O2} dell'alimentatore è riportata in retroazione dall'uscita al terminale d'ingresso non invertente e confrontata con una tensione prefissata di riferimento V_{REF} applicata al terminale d'ingresso invertente, al contrario di quanto noto dai documenti anteriori citati.

L'uscita del comparatore 26 è accoppiata ad un ingresso di controllo S di un circuito bistabile 30, quale un flip-flop S-R, il cui ingresso di ripristino R riceve il segnale emesso dal circuito rivelatore 22 dopo l'attraversamento di un blocco di ritardo 32 (ad esempio una tradizionale linea di ritardo).

Il funzionamento del circuito bistabile 30 è



regolato secondo la tavola di verità seguente:

S	R	Q
0	0	Q_{prec}
1	0	1
0	1	0
1	1	1

L'uscita diretta Q del flip-flop 30 è quindi accoppiata ad un circuito di pilotaggio di tipo high-side 34 per il pilotaggio del commutatore SW, che può essere realizzato come transistor bipolare o, preferibilmente, come MOSFET di potenza.

Facendo riferimento anche ai diagrammi temporali di figura 6, il segnale di tensione V_{s1} ad onda quadra ai capi dell'avvolgimento secondario del trasformatore è fornito in ingresso al circuito rivelatore 22, il quale genera un impulso in corrispondenza di ciascun fronte di discesa della forma d'onda della tensione V_{s1} . Questo segnale impulsato è indicato nelle figure con RESET ed alimentato in ingresso al circuito generatore di rampa 24 ed al blocco di ritardo 32.

Il circuito generatore di rampa 24 innesca la generazione di un segnale a rampa V_{ramp} in corrispondenza di ogni fronte di salita del segnale V_{s1}

ed azzerla la propria uscita quando riceve gli impulsi RESET contemporanei ai fronti di discesa di V_{s1} . Il segnale complessivo nel tempo V_{ramp} presenta una forma d'onda a dente di sega ed è illustrato nel terzo diagramma di figura 6.

Il segnale emesso dal circuito amplificatore d'errore 28, indicato come V_{err} , è applicato all'ingresso invertente del comparatore 26 e confrontato con il segnale V_{ramp} emesso dal circuito generatore di rampa 24.

Il circuito comparatore 26 genera alla propria uscita un segnale ad onda quadra V_{comp} (non raffigurato) positivo quando V_{ramp} è maggiore di V_{err} , che presenta un dutycycle inferiore a quello del segnale di tensione V_{s1} . Il segnale V_{comp} viene applicato all'ingresso di controllo S del circuito bistabile 30 per stabilire alla sua uscita un segnale V_{PWM} di comando del circuito di pilotaggio 34 del commutatore SW.

Il circuito bistabile S-R 30 assicura il funzionamento a frequenza costante nel caso le forme d'onda V_{ramp} e V_{err} non si intersechino in alcun punto.

Il blocco di ritardo 32 interposto lungo il percorso del segnale RESET verso l'ingresso di ri-

pristino R del bistabile 30 assicura che la commutazione del segnale di ripristino ad un valore logico basso avvenga solo dopo che il segnale V_{comp} emesso dal circuito comparatore 26 all'ingresso di controllo S del bistabile abbia anch'esso raggiunto un valore logico basso.

Pertanto, il segnale V_{PWM} di pilotaggio del commutatore SW presenta anch'esso un dutycycle minore di quello del segnale V_{s1} , con modulazione nel tempo del fronte di salita e coincidenza dei fronti di discesa. Nella condizione in cui il valore di tensione del segnale V_{err} di errore sulla tensione di uscita dell'alimentatore sia sempre minore del valore di tensione del segnale V_{ramp} , il dutycycle del segnale V_{PWM} di pilotaggio risulta uguale al dutycycle del segnale V_{s1} .

Vantaggiosamente, il segnale a rampa è ripristinato in corrispondenza del fronte di discesa del segnale di tensione al secondario del trasformatore, ma è innescato in corrispondenza del fronte di salita di tale segnale di tensione al secondario, contrariamente al circuito descritto in US 6 222 747, in cui esso viene ripristinato ed innescato nello stesso momento in corrispondenza del fronte di discesa.



Il massimo dutycycle che può essere raggiunto nel comando del commutatore ausiliario è pari al dutycycle del circuito primario.

L'ampiezza del segnale a rampa generato è fissa e dipende dalla configurazione del circuito generatore 24 impiegato, non dall'errore di tensione in uscita all'alimentatore come descritto in US 6 130 828.

Rispetto al circuito descritto in US 6 130 828, in cui il segnale a rampa di comando del commutatore ausiliario è ripristinato per sovrapposizione del segnale V_{s1} di tensione al secondario del trasformatore, il circuito di controllo 20 oggetto della presente invenzione sfrutta il circuito 22 rivelatore dei fronti di discesa di detta tensione V_{s1} per gestire con precisione istantanea il ripristino del segnale a rampa. Nel circuito secondo l'invenzione il segnale a rampa è sincronizzato al segnale di tensione V_{s1} attraverso lo stesso circuito rivelatore dei fronti di discesa 22, mentre nel documento richiamato ciò avviene attraverso un diodo di ricircolo collegante il circuito integratore con il terminale ad alta tensione del secondario del trasformatore.

Convenientemente, il circuito di controllo se-

condo l'invenzione consente l'utilizzo di diodi a catodo comune, assai diffusi sul mercato e reperibili agevolmente a costi modesti, per la realizzazione della configurazione di convertitore-riduttore di tensione al secondario dell'alimentatore.

L'induttore di potenza del convertitore-riduttore di tensione può essere disposto sia nel ramo a tensione positiva, sia nel ramo di massa, contrariamente a molti regolatori per alimentatori a commutazione che ne prevedono la disposizione unicamente nel ramo di massa, come ad esempio i dispositivi Unitrode, prodotti dalla Texas Instruments ed indicati con la sigla commerciale UCC1583/4, UCC2583/4, UCC3583/4.

La configurazione descritta può essere impiegata anche in un alimentatore il cui trasformatore è provvisto di un solo avvolgimento secondario atto a servire due uscite, una controllata attraverso il circuito di controllo PWM primario e l'altra controllata da un regolatore PWM in cascata.

Poiché il circuito di controllo secondo l'invenzione presenta un circuito amplificatore d'errore avente la tensione di riferimento applicata al proprio ingresso invertente, esso non necessita, al

contrario dei circuiti della tecnica nota, di un dispositivo invertitore in uscita, e di conseguenza può essere realizzato impiegando un numero ridotto di componenti.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto ed illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo uscire dall'ambito di protezione definito dalle annesse rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Circuito di controllo (20) per un circuito regolatore PWM (16) per alimentatori a commutazione, detto circuito regolatore (16) essendo atto a ricevere in ingresso un segnale di tensione ad onda quadra (V_{s1}) con dutycycle predeterminato ed a fornire in uscita una tensione regolata continua (V_{o2}) e comprendendo un dispositivo commutatore (SW) atto a modulare il dutycycle di detto segnale d'ingresso (V_{s1}), detto circuito di controllo (20) includendo:

mezzi rivelatori (22) dei fronti di discesa del segnale di tensione (V_{s1}) in ingresso al circuito regolatore (16), atti ad emettere un impulso di ripristino (RESET) in corrispondenza di ciascuno di detti fronti;

mezzi generatori di un segnale a rampa (24) accoppiati a detti mezzi rivelatori (22), atti a generare un segnale di tensione (V_{ramp}) con ampiezza linearmente variabile e ad azzerare detto segnale (V_{ramp}) al ricevimento di un impulso di ripristino (RESET);

primi mezzi comparatori (28) destinati ad essere accoppiati all'uscita del circuito regolatore (16), atti a confrontare il segnale di tensione presente a detta uscita (V_{o2}) con un segnale di



tensione di riferimento (V_{REF}) e ad emettere un segnale di errore di tensione (V_{err}) in relazione all'esito del confronto;

secondi mezzi comparatori (26) atti a confrontare detto segnale a rampa (V_{ramp}) con detto segnale di errore (V_{err}) e ad emettere un segnale a larghezza d'impulso modulata (V_{comp}) in funzione dell'esito del confronto; e

mezzi di pilotaggio (30, 34) del dispositivo commutatore (SW) del circuito regolatore (16) atti a ricevere detto segnale a larghezza d'impulso modulata (V_{comp}) ed a emettere un segnale di pilotaggio (V_{PWM}) di detto dispositivo (SW) al fine di controllarne l'intervallo di conduzione,

caratterizzato dal fatto che i mezzi generatori del segnale a rampa (24) sono predisposti per innescare la generazione di detto segnale (V_{ramp}) in corrispondenza dei fronti di salita del segnale di tensione (V_{s1}) in ingresso al circuito regolatore (16),

il segnale di pilotaggio (V_{PWM}) del dispositivo commutatore (SW) presentando un dutycycle minore o uguale al dutycycle del segnale (V_{s1}) in ingresso al circuito regolatore (16), con modulazione nel tempo del fronte di salita e coincidenza dei fronti

di discesa.

2. Circuito secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti primi mezzi comparatori (28) comprendono un amplificatore d'errore avente il proprio ingresso invertente collegato con una sorgente di segnale di tensione di riferimento (V_{REF}), l'ingresso non invertente essendo destinato ad essere collegato con l'uscita del circuito regolatore (16).

3. Circuito secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che, in detti secondi mezzi comparatori (26), il segnale di tensione a rampa (V_{ramp}) è applicato all'ingresso non invertente ed il segnale di errore di tensione (V_{err}) è applicato all'ingresso invertente.

4. Circuito secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti secondi mezzi comparatori (26) emettono un segnale ad onda quadra (V_{comp}) positivo quando detto segnale a rampa (V_{ramp}) è maggiore di detto segnale di errore (V_{err}).

5. Circuito secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di pilotaggio comprendono un circuito bistabile (30) il cui ingresso di controllo (S) è accoppiato all'uscita dei secondi mezzi comparatori

(26) ed il cui ingresso di ripristino (R) è accoppiato all'uscita di detti mezzi rivelatori (22).

6. Circuito secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che l'ingresso di ripristino (R) del circuito bistabile (30) è accoppiato all'uscita di detti mezzi rivelatori (22) attraverso una linea di ritardo (32).

7. Circuito secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detto circuito bistabile (30) è un flip-flop del tipo S-R.

Il tutto sostanzialmente secondo quanto descritto ed illustrato, e per gli scopi specificati.

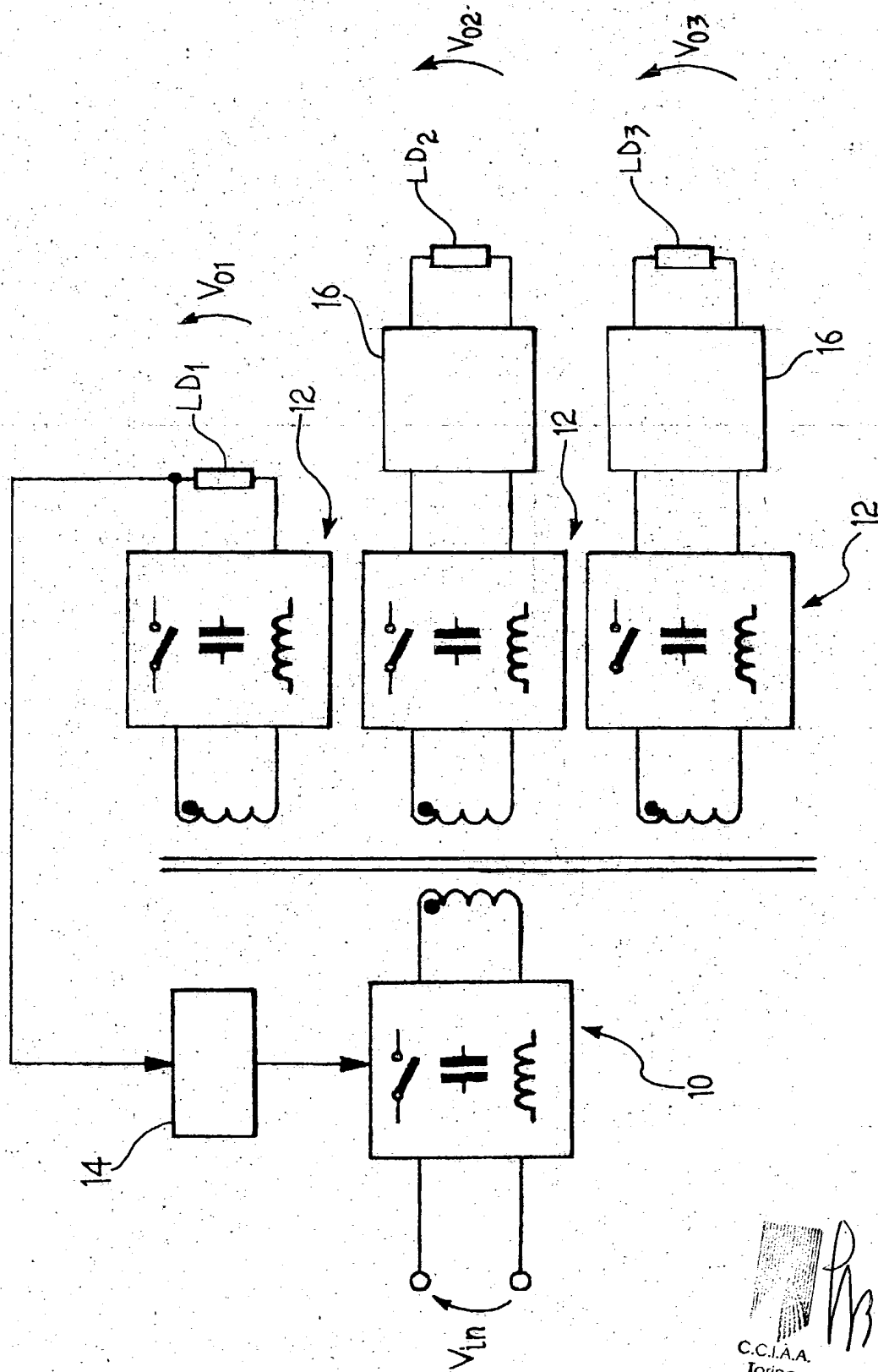
JACOBACCI & PARTNERS Sp.A

PER INCARICO

ANGELO GEBBINO
(iscr. no. 488 BM)

C.C.I.A.A.
Torino

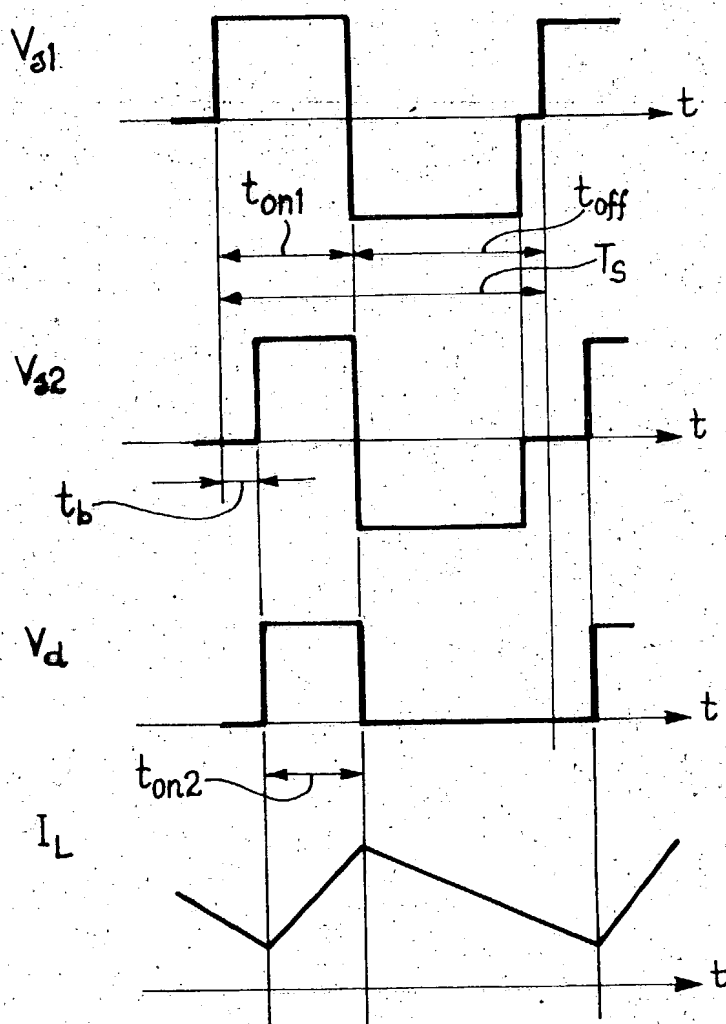
FIG. 1



C.C.I.A.A.
Torino

ANGELO GERBINO
(SC. NO. 488BM)

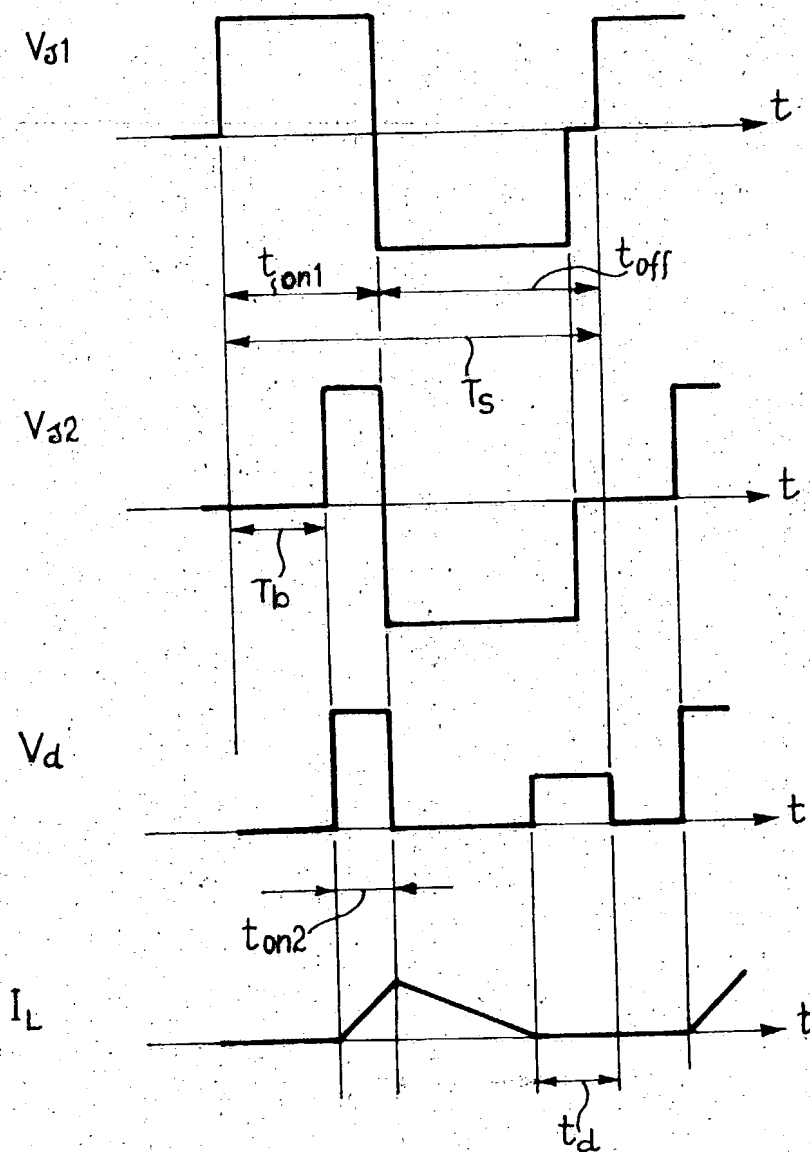
FIG. 3



C.C.I.A.A.
Torino

ANGELO GERBINO
Incarico 488BM

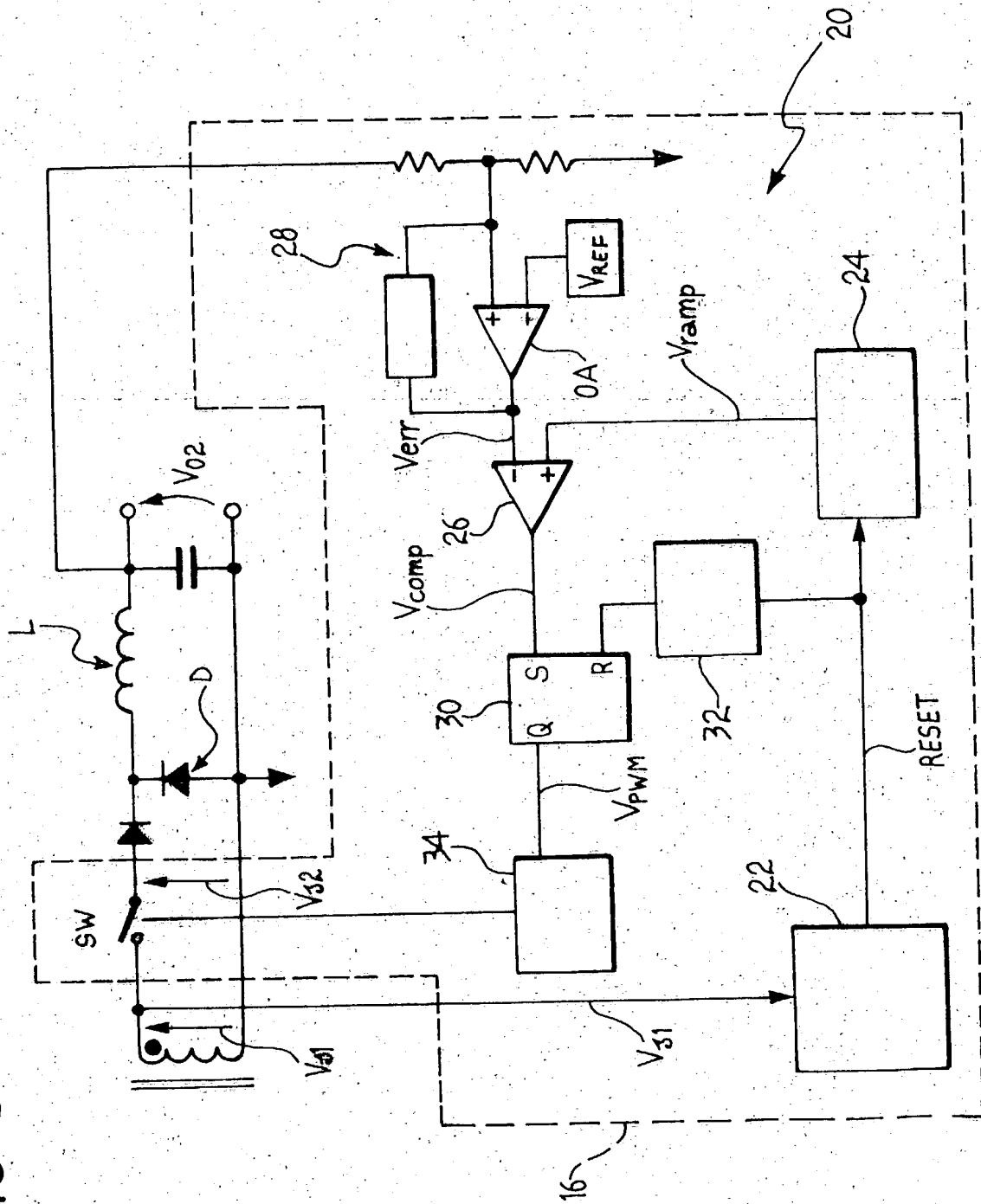
FIG.4



C.C.I.A.A.
Torino

ANGELO GERBINO
Iscr. No. 48804

FIG. 5

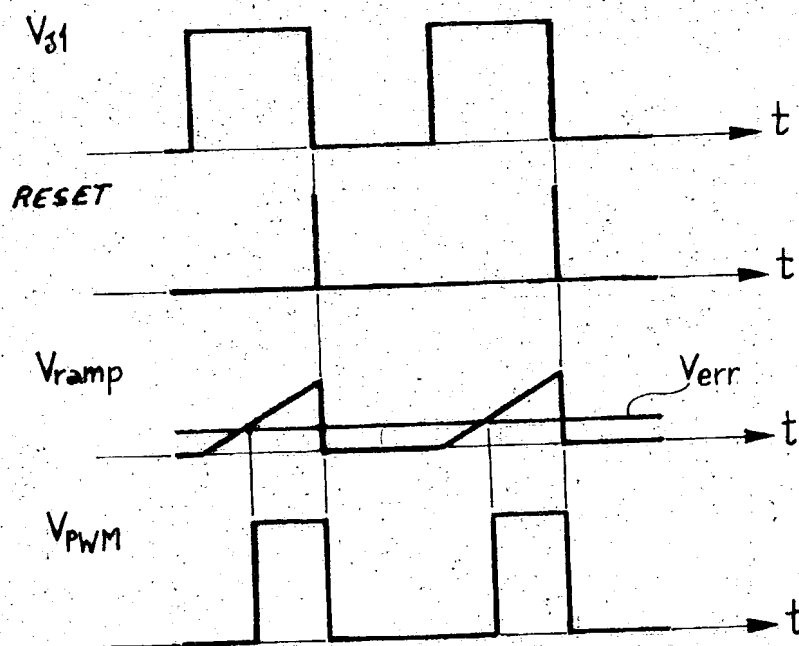


C.C.I.A.A.
Torino

ANGELO BERGAMO
(Scritta No. 4885M)

00 2002 A 000545

FIG. 6



C.C.I.A.A.
Torino

ANGELO GERBINO
(Isdr. No. 4888M)